CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Prévision de la trajectoire d'un ballon

Version 1 (Avril 2007)

Département Education-Jeunesse du CNES - Centre spatial de Toulouse - 18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 4
Téléphone : 5-61-27-31-14 / Télécopie : 5-61-28-27-67 / E-mail : Claudine.Gory@cnes.fr

Secteur Espace de Planète Sciences - 16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS
Téléphone : 01-69-02-76-22 / Télécopie : 01-69-43-21-43 / E-mail : espace@planete-sciences.org

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 3
2. MODE D'EMPLOI 3
2.1 1° ETAPE : 3
2.2 2° ETAPE : OBTENIR LES COORDONNEES DU LIEU DE LACHER. 4
2.3 3° ETAPE : RECUEILLIR LES PREVISIONS SUR LE SITE WEB DE LA NOAA. 5
2.4 4° ETAPE : PRELEVER DONNEES NOAA. 9
2.5 5° ETAPE : SELECTION DE L'HEURE DE PREVISION. 9
2.6 6° ETAPE : CARACTERISTIQUE DE LA CHAINE DE VOL. 10
2.7 6° ETAPE : PREVISIONS DE TRAJECTOIRE 11
2.8 7° ETAPE : EXPLOITATION DE LA PREVISION 11
3. DESCRIPTION DU MODELE 14
3.1 POUR ALLER AU PLUS COURT 14
3.2 DONC POUR CEUX QUI SOUHAITENT EN SAVOIR PLUS. 14
3.2.1 Feuille Atmosphère 14
3.2.2 Feuille Chaîne de vol 15
3.2.3 Feuilles « x° Prévision » 16
3.2.4 Feuille graphique 17
3.2.5 Feuille carte 18
4. CONCLUSION 18
5. AUTRES PUBLICATIONS CONSACREES A L'ACTIVITE BALLON 18

Ce document a été rédigé par Michel Maignan et Samuel Blossier,
L'activité ballon pour les jeunes est pratiquée sous l'égide du CNES

1. INTRODUCTION

Ce document est le mode d'emploi du tableur EXCEL « Prévisions ballons » destiné à évaluer la trajectoire probable d'un ballon. Il s'appuie sur les prévisions concernant la force et la direction des vents en tout point du globe, disponibles sur le site web de la NOAA.

Les données de la NOAA couvrent les 16 jours à venir. Bien sur les prévisions à plusieurs jours sont moins fiables que celles du jour au lendemain. L'évaluation de la trajectoire probable d'un ballon lors d'un futur lâcher permet en autre d'évaluer le risque que le ballon survole un autre Etat.

Pour obtenir les prévisions, il est nécessaire de disposer :

- D'un PC connecté à Internet et équipé d'un navigateur, du logiciel EXCEL et éventuellement d'Acrobat Reader pour lire ce mode d'emploi ou de logiciels équivalents,
- Des coordonnées du lieu de lâcher (longitude, latitude, altitude) ou de l'adresse du lieu de lâcher,
- De la date et de l'heure du futur lâcher,
- Des caractéristiques de la chaîne de vol, (type de ballon, masse de la nacelle et des accessoires, conditions de gonflage).

Le fichier EXCEL « Prévisions ballons » doit être placé directement sous la racine du disque C de votre PC.

2. MODE D'EMPLOI

2.1 1° ETAPE :

Ouvrir le fichier « Prévisions ballons » à la feuille « Données NOAA ».

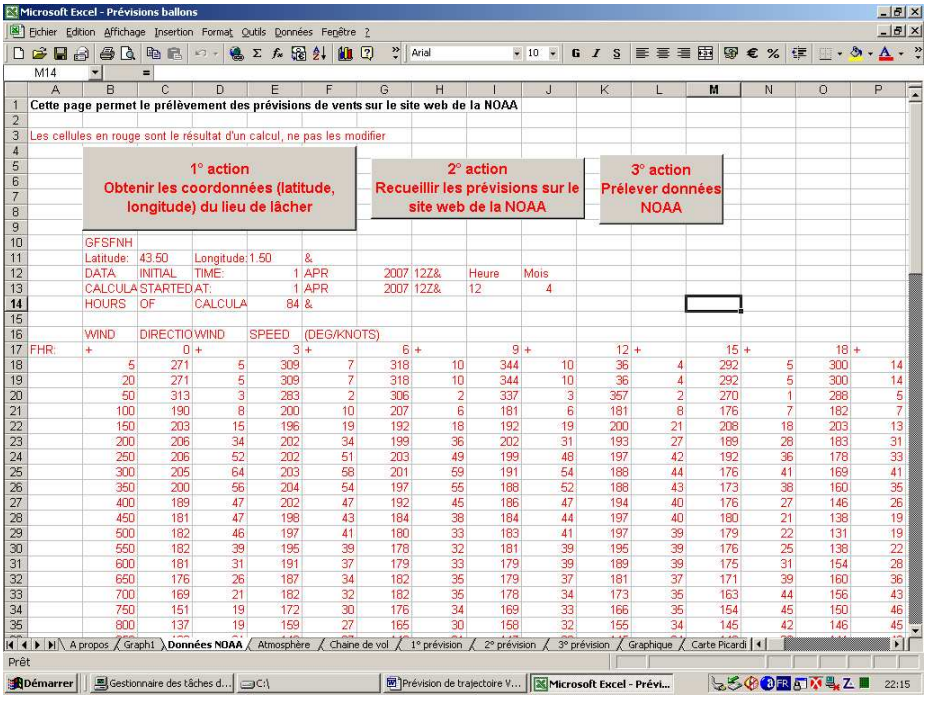

Microsoft Excel - Prévisions ballons
Cette page permet le prélèvement des prévisions de vents sur le site web de la NOAA
Les cellules en rouge sont le résultat d'un calcul, ne pas les modifier
1° action
Obtenir les coordonnées (latitude, longitude) du lieu de lâcher
2° action
Recueillir les prévisions sur le site web de la NOAA
3° action
Prélever données NOAA
A propos
Graph1
Données NOAA
Atmosphère
Chaine de vol
1° prévision
2° prévision
3° prévision
Graphique
Carte Picardi
Prêt

Figure 1

2.2 2° ETAPE : OBTENIR LES COORDONNEES DU LIEU DE LACHER.

Si vous ne connaissez pas les coordonnées du lieu de lâcher, le bouton « Obtenir les coordonnées du lieu de lâcher » vous permet d'accéder au site Internet http://world.maporama.com/idl/maporama/.html qui à partir d'une adresse fournit les coordonnées longitude et latitude et une carte du lieu.

Figure 2

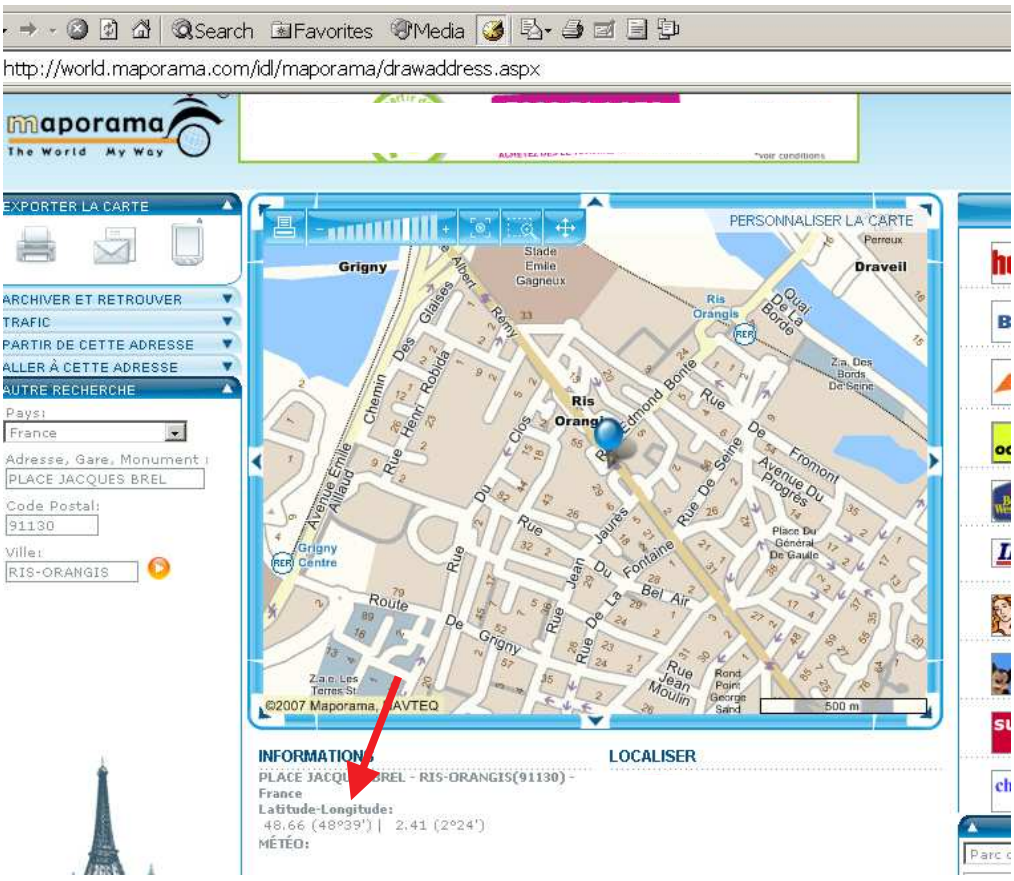


Figure 3

2.3 3° ETAPE : RECUEILLIR LES PREVISIONS DE VENTS SUR LE SITE WEB DE LA NOAA.

En cliquant sur le bouton « Recueillir les prévisions sur le site web de la NOAA » vous accédez directement au site web http://www.arl.noaa.gov/ready/cmet.html

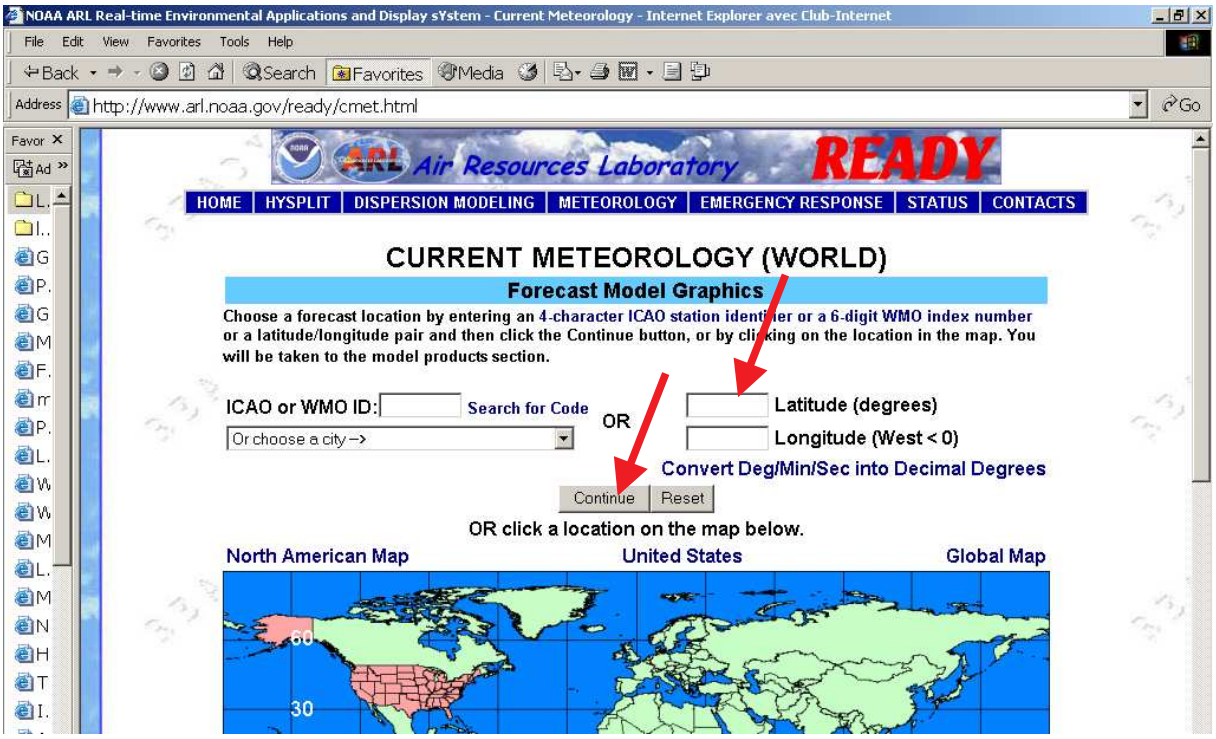

NOAA ARL Real-time Environmental Applications and Display sYstem - Current Meteorology - Internet Explorer avec Club-Internet
File Edit View Favorites Tools Help
Back Search Favorites Media
Address http://www.arl.noaa.gov/ready/cmet.html
Go
Air Resources Laboratory
READY
HOME HYSPLIT DISPERSION MODELING METEOROLOGY EMERGENCY RESPONSE STATUS CONTACTS
CURRENT METEOROLOGY (WORLD)
Forecast Model Graphics
Choose a forecast location by entering an 4-character ICAO station identifier or a 6-digit WMO index number or a latitude/longitude pair and then click the Continue button, or by clicking on the location in the map. You will be taken to the model products section.
ICAO or WMO ID:
Search for Code
OR
Latitude (degrees)
Or choose a city ->
Longitude (West < 0)
Convert Deg/Min/Sec into Decimal Degrees
Continue
Reset
OR click a location on the map below.
North American Map
United States
Global Map
60
30

Figure 4

Entrez la longitude et la latitude du lieu de lâcher. Attention au signe : signe positif si la longitude est EST signe négatif si la longitude est OUEST (West). L'unité est le degré et dixième de degré. A cette étape, une précision au demi-degré est suffisante.

Exemple : Senlis 49,2 ° Nord et 2,6 ° Est

« Continue », On arrive sur la page suivante :

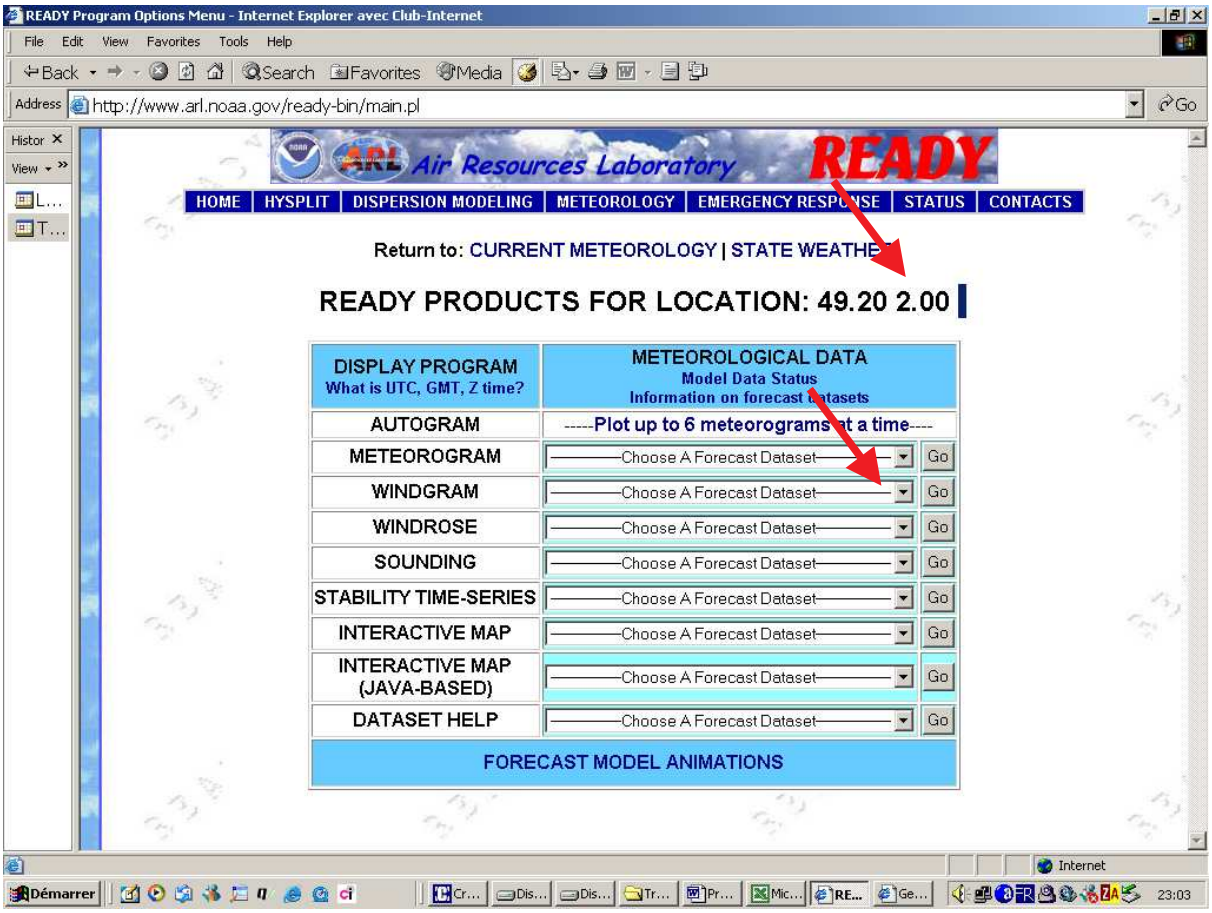


Figure 5

Vous vérifiez la justesse des coordonnées (le site fait des arrondis) puis dans le menu WINGRAM, (diagramme de vent) vous sélectionnez le sous-menu qui correspond le mieux à la durée qui vous sépare du lâcher.

- GSF model (0-84h, 3hrly, Global) :

Le modèle couvre les 84 prochaines heures et fournit des prévisions toutes les 3 heures sur le monde entier.

- GSF model (0-180h, 6hrly, Global) :

Le modèle couvre les 180 prochaines heures et fournit des prévisions toutes les 6 heures sur le monde entier.

- GSF model (192-384h, 12hrly, Global) :

Le modèle couvre les prochaines heures comprises entre la 192° et la 384° heure et fournit des prévisions toutes les 12 heures sur le monde entier.

Pour la suite de ce mode d'emploi on choisit GSF model (0-84 h, 3hrly, Global). La procédure est la même pour les autres modèles.

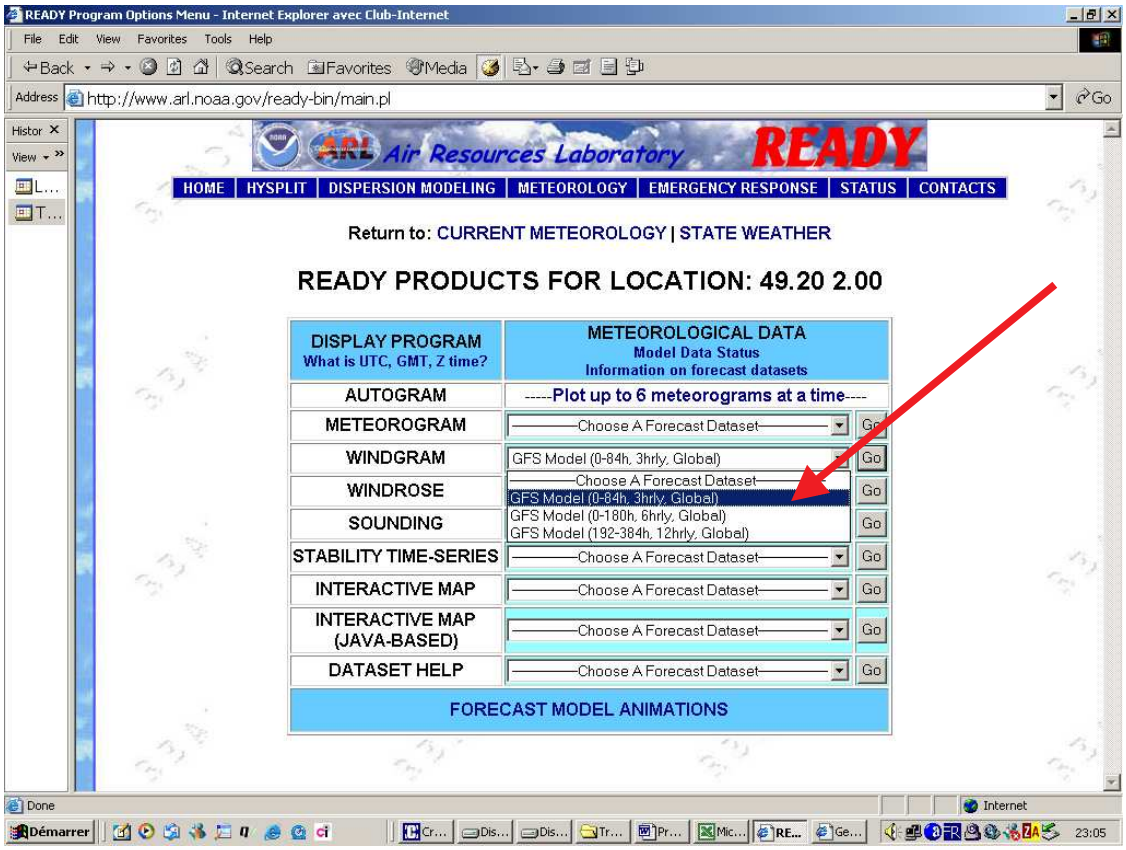


Figure 6

Et on obtient l'écran suivant :

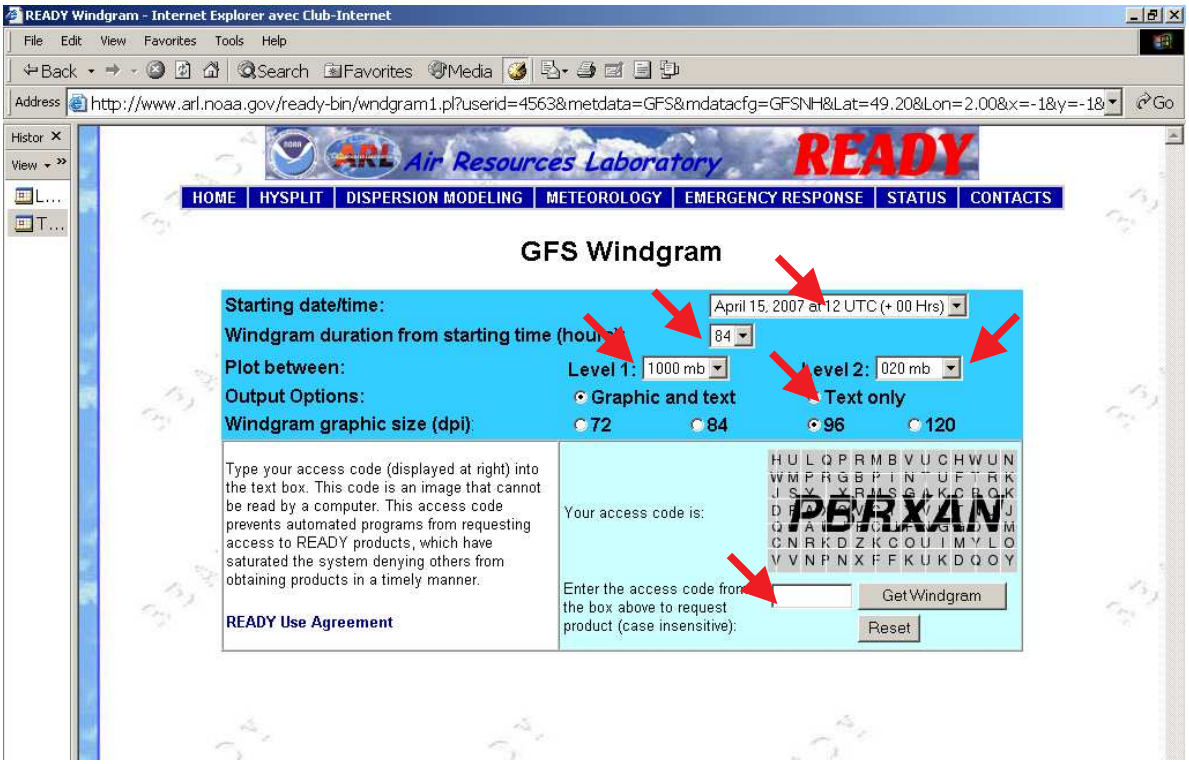

READY Windgram - Internet Explorer avec Club-Internet
http://www.arl.noaa.gov/ready-bin/wndgram1.pl?userid=4563&metdata=GFS&mdatacfg=GFSNH&Lat=49.20&Lon=2.00&x=-1&y=-1&
Air Resources Laboratory
READY
HOME
HYSPLIT
DISPERSION MODELING
METEOROLOGY
EMERGENCY RESPONSE
STATUS
CONTACTS
GFS Windgram
Starting date/time:
April 15, 2007 at 12 UTC (+ 00 Hrs)
Windgram duration from starting time (hou
84
Plot between:
Level 1: 1000 mb
Level 2: 020 mb
Output Options:
Graphic and text
Text only
Windgram graphic size (dpi):
72
84
96
120
Type your access code (displayed at right) into the text box. This code is an image that cannot be read by a computer. This access code prevents automated programs from requesting access to READY products, which have saturated the system denying others from obtaining products in a timely manner.
READY Use Agreement
Your access code is:
Enter the access code from the box above to request product (case insensitive):
Get Windgram
Reset

Figure 7

- Dans la fenêtre : Starting date/time,

Conserver l'indication qui s'affiche par défaut. Celle correspondant à xxx UTC(00 Hrs)

- Dans la fénètre : Windgram duration from starting time (hours),

Conserver l'indication qui s'affiche par défaut (84, 180, 384. suivant le modèle choisi)

- Dans la fenêtre : Level 1,

Conserver l'indication qui s'affiche par défaut. 1000 mb ce qui correspond à 900 m,

- Dans la fenêtre : Level 2,

Conserver l'indication qui s'affiche par défaut. 20 mb ce qui correspond à 26 km, altitude la plus haute donnée par le modèle,

- Dans la ligne : Output Options,

Vous modifiez la valeur par défaut et vous choisissez TEXT only,

On recopie le mot de passe ici : PBRXAN et get Windgram

On obtient le tableau suivant :

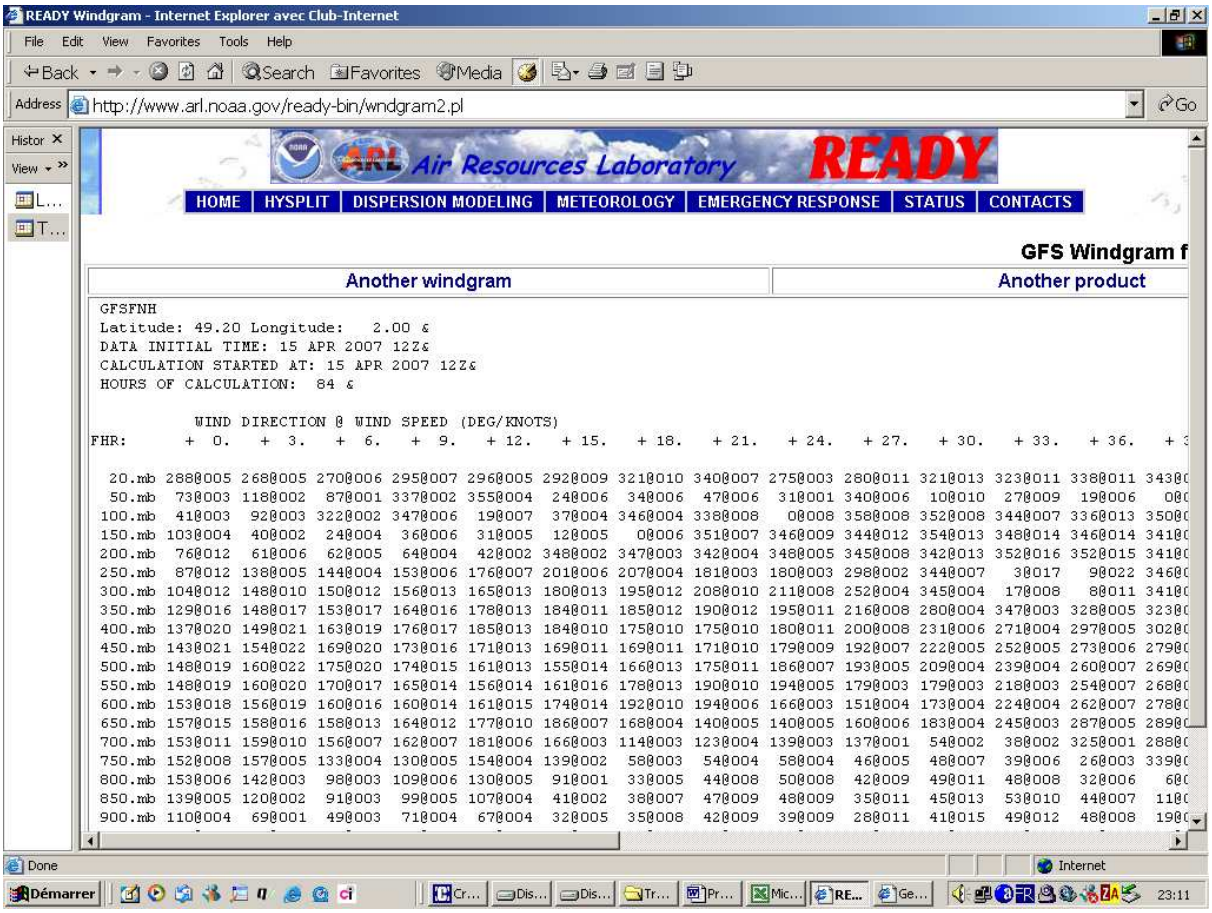


Figure 8

On enregistre alors le fichier qui porte le nom READY Windgram **directement sous la racine du disque C.** Si besoin on écrase le fichier déjà présent et issu d'une précédente prévision. Avec Internet Explorer sous PC, le fichier est au format htm.

Puis on referme le navigateur.

A noter que sur un Macintosh et le navigateur Safari, le fichier est enregistré au format html et donc la lettre l supplémentaire fait planter la macro. Si vous travaillez avec cet environnement, contactez-nous, nous vous fournirons une version adaptée.

Pour les curieux, ce tableau se lit ainsi

CALCULATION STARTED AT: 15 APR 2007 12Z
Date et heure du début de la prévision, exprimée en UTC (temps universel)

HOURS OF CALCULATION: 84 &
Heure de la dernière prévision : ici 84 heures après la CALCULATION STARTED

Donc on dispose de 28 prévisions échelonnées toutes les 3 heures
FHR: + 0. + 3. + 6. etc

Pour chaque ligne du tableau on a :
XXX mb = altitude correspondant à la pression de XXX mb

xxx@xxx = direction d'ou vient le vent exprimé en degré suivant la rose des vents @ la vitesse du vent exprimée en nœuds. (1 nœud = 1,852 km/heure). Le nœud est l'unité de vitesse utilisée par les météorologistes.

2.4 4° ETAPE : PRELEVER DONNEES NOAA.

En revenant à la feuille Données NOAA du tableur, on clique sur le bouton « Prélevé données NOAA ». Une macro EXCEL transfert alors automatiquement les données utiles du fichier READY Windgram vers le tableur EXCEL. On vérifie que le fichier transféré est bien celui souhaité (cases encadrées en noir).

2.5 5° ETAPE : SELECTION DE L'HEURE DE PREVISION.

Vous passez alors à la feuille « Atmosphère »

Vous choisissez « heure d'été ou heure d'hiver » pour permettre au tableur de faire la conversion du temps UTC vers l'heure légale française,

Les boutons « Prévision suivante » « Prévision précédente » permettent de choisir parmi les 28 prévisions fournies par la NOAA celle dont l'heure est la plus proche de celle prévue pour le lâcher. Le tableur exploite simultanément 3 séries de données consécutives (1° prévision, 2° prévision, 3° prévision) afin de fournir un encadrement si l'heure de lâcher ne tombe pas exactement sur l'horaire d'une prévision.

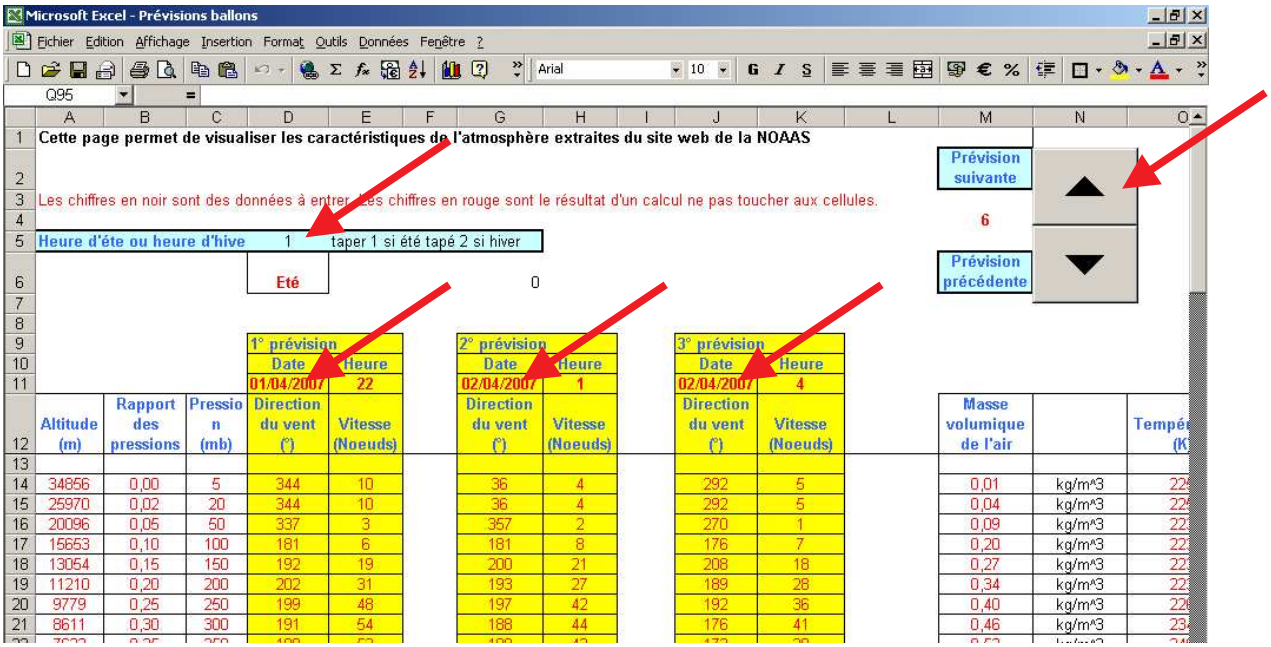


Figure 9

Au bas de cette page des graphiques reproduisent les valeurs numériques des tableaux.

2.6 6° ETAPE : CARACTERISTIQUE DE LA CHAINE DE VOL.

Vous ouvrez la feuille « Chaîne de vol » et vous entrez les caractéristiques de la nacelle et du gonflage du ballon. (Nombres en noir)

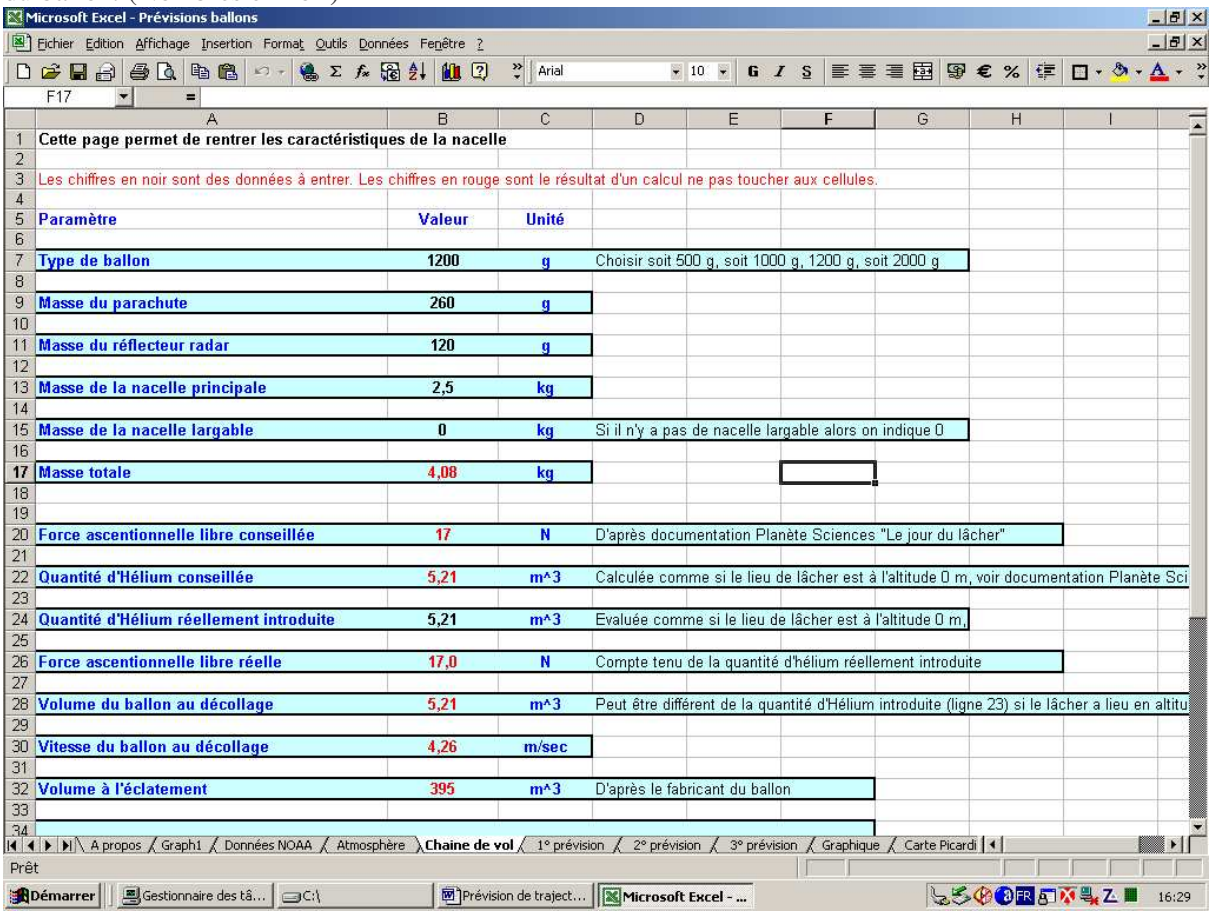


Figure 10

2.7 6° ETAPE : PREVISIONS DE TRAJECTOIRE

Vous ouvrez la feuille « 1° prévision » et vous entrez les caractéristiques du lieu de lâcher :

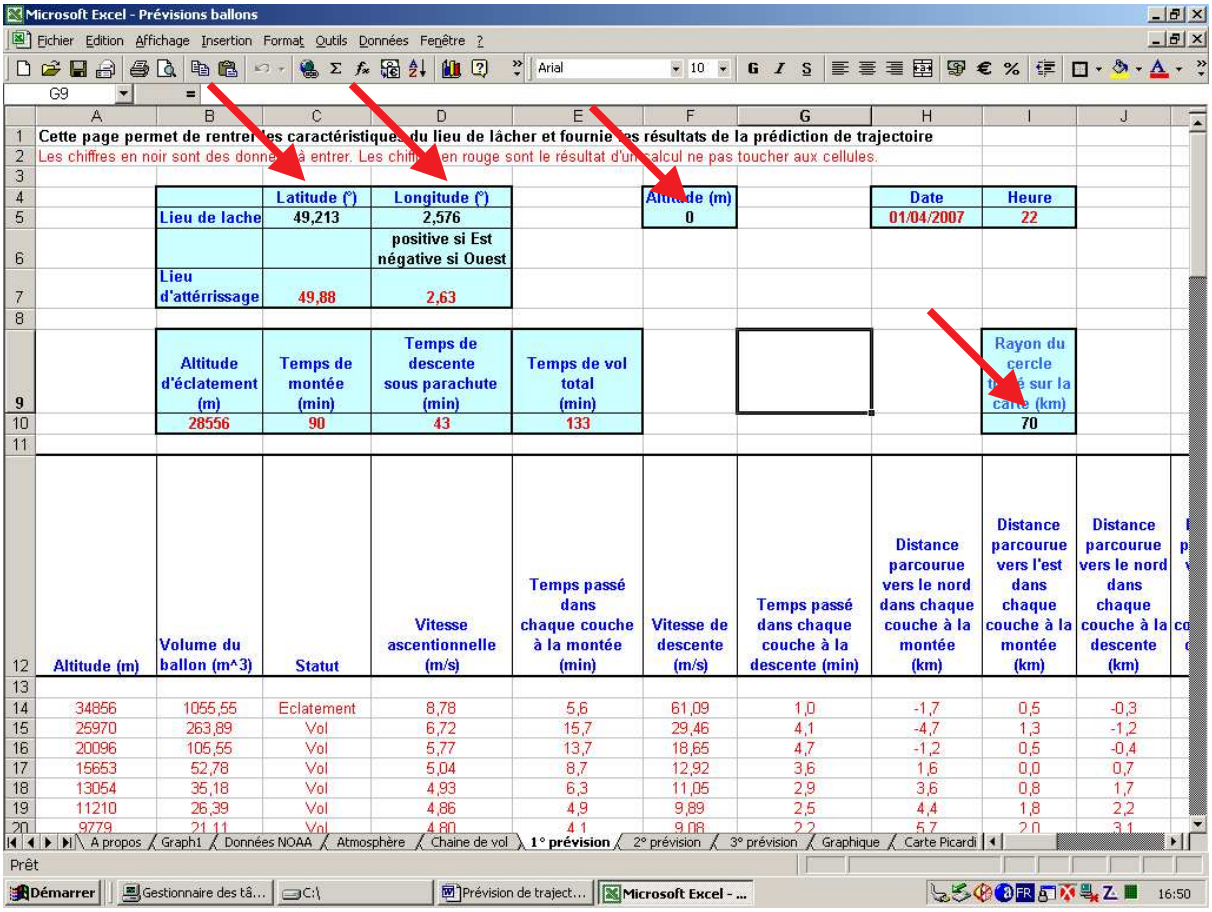

Microsoft Excel - Prévisions ballons
Cette page permet de rentrer les caractéristiques du lieu de lâcher et fournie les résultats de la prédiction de trajectoire
Les chiffres en noir sont des donnée à entrer. Les chiffres en rouge sont le résultat d'un calcul ne pas toucher aux cellules.
Latitude (°)
Longitude (°)
Altitude (m)
Date
Heure
Lieu de lache
49,213
2,576
0
01/04/2007
22
positive si Est
négative si Ouest
Lieu d'atterrissage
49,88
2,63
Altitude d'éclatement (m)
Temps de montée (min)
Temps de descente sous parachute (min)
Temps de vol total (min)
Rayon du cercle
28556
90
43
133
70
Altitude (m)
Volume du ballon (m^3)
Statut
Vitesse ascentionnelle (m/s)
Temps passé dans chaque couche à la montée (min)
Vitesse de descente (m/s)
Temps passé dans chaque couche à la descente (min)
Distance parcourue vers le nord dans chaque couche à la montée (km)
Distance parcourue vers l'est dans chaque couche à la montée (km)
Distance parcourue vers le nord dans chaque couche à la descente (km)
34856 1055,55 Eclatement 8,78 5,6 61,09 1,0 -1,7 0,5 -0,3
25970 263,89 Vol 6,72 15,7 29,46 4,1 -4,7 1,3 -1,2
20096 105,55 Vol 5,77 13,7 18,65 4,7 -1,2 0,5 -0,4
15653 52,78 Vol 5,04 8,7 12,92 3,6 1,6 0,0 0,7
13054 35,18 Vol 4,93 6,3 11,05 2,9 3,6 0,8 1,7
11210 26,39 Vol 4,86 4,9 9,89 2,5 4,4 1,8 2,2
A propos
Graph1
Données NOAA
Atmosphère
Chaine de vol
1° prévision
2° prévision
3° prévision
Graphique
Carte Picardi
Prêt
Démarrer
Gestionnaire des tâ...
C:\
Prévision de traject...
Microsoft Excel - ...
16:50

Figure 11

- latitude, en degré,
- longitude, en degré comptée positivement à l'Est et négativement à l'Ouest,

Sur cette feuille, la précision souhaitable est le centième de degré. Grossièrement une erreur de 1/100 de degré déplace le lieu de lâcher d'un km donc le lieu d'atterrissage d'autant.

- altitude. en mètres,

Une précision d'une centaine de mètres est suffisante. La correction en altitude a été introduite pour la classe qui chaque année lâche au Pic du Midi (2877 m) !

2.8 7° ETAPE : EXPLOITATION DE LA PREVISION

Si les étapes précédentes ont été correctement menées, on obtient sur la feuille « Graphique », trois courbes de prévisions de trajectoire ainsi que les coordonnées probables du lieu d'atterrissage.

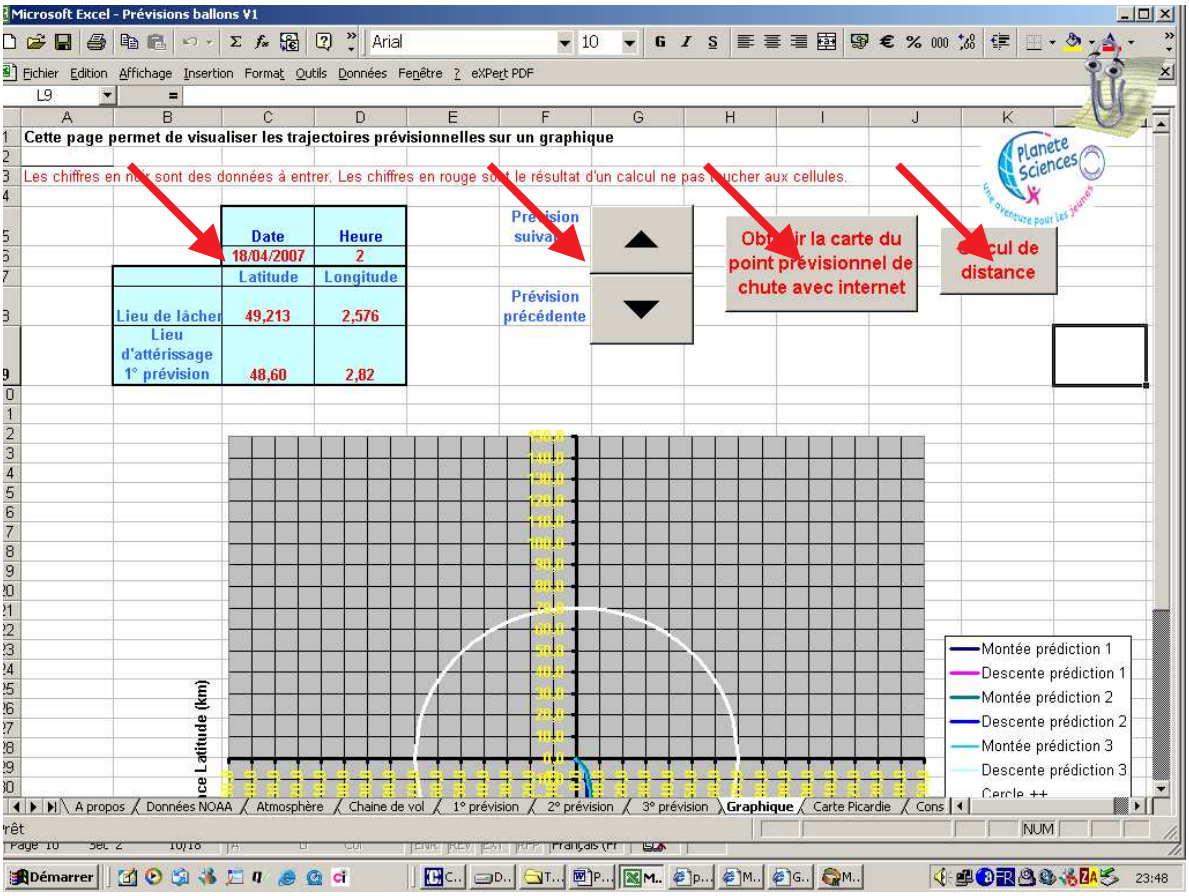


Figure 12

- Le centre du graphique représente le lieu du lâcher.
- Les axes sont gradués en km,
- Pour chaque tracé les deux segments de couleur correspondent à la montée puis à la descente.
- En cliquant sur les axes, on accède à la fenêtre EXCEL qui permet d'en modifier l'échelle.
- En sélectionnant le graphique et en tirant sur ses coins, on peut modifier son échelle pour tenter de l'adapter à celui d'une carte routière. Après impression du graphique sur un support transparent, on peut superposer le graphique à celui de la carte routière.
- En cliquant sur le bouton « prévision suivante » ou « prévision précédente », vous pouvez modifier la date de la prévision,
- Le bouton « Obtenir la carte du point prévisionnel de chute » permet d'accéder directement au site web http://www.mapquest.fr/mq/maps/mapInput.do qui fournit une carte soit à partir du nom de la commune, soit centrée sur les coordonnées indiquées.

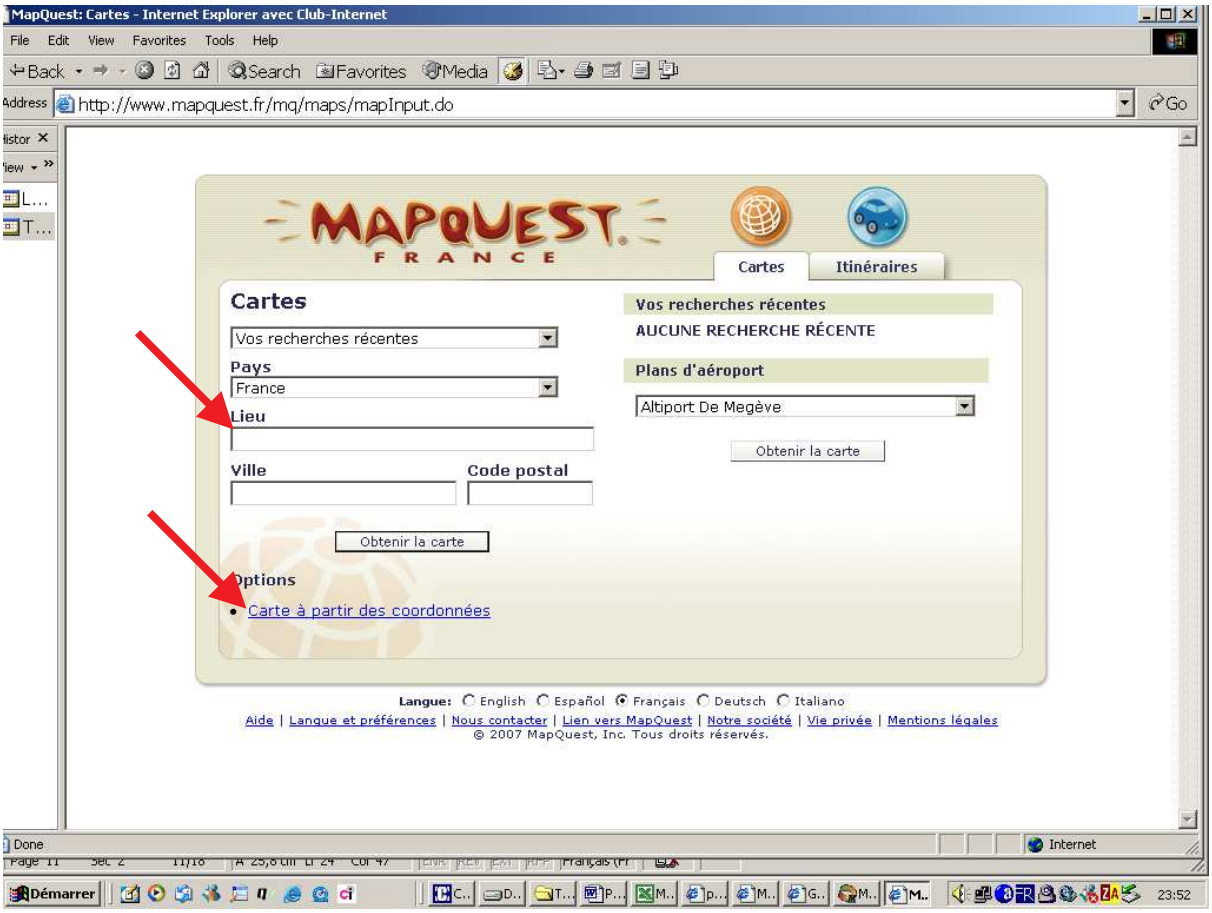


Figure 13

Dans la feuille « 1° prévision », on peut choisir, le rayon du cercle qui s'inscrira sur le graphique.
Les feuilles « 2° prévision » et « 3° prévision » dupliquent les calculs et sont seulement à consulter.

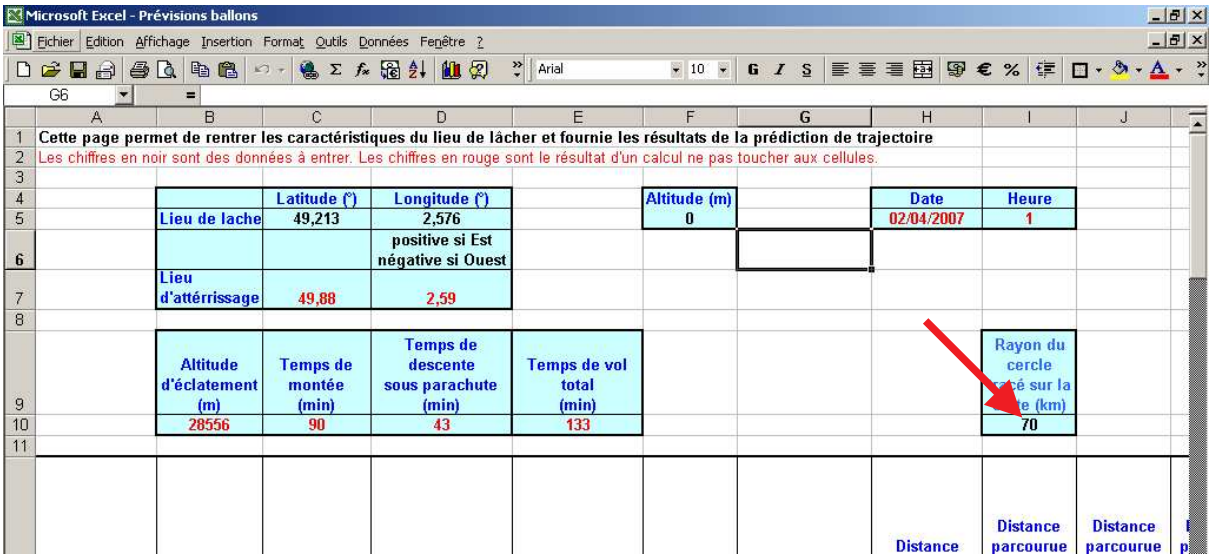


Figure 14

Feuille Carte

La feuille Carte superpose les trajectoires sur une carte. Les boutons ont les mêmes fonctionnalités que sur la feuille « Graphique ». Dans cette version seule la carte de Picardie est disponible. Dans les versions futures d'autres cartes seront disponibles.

3. DESCRIPTION DU MODELE

3.1 POUR ALLER AU PLUS COURT

Un ballon est d'abord immobile maintenu au sol par la main de l'expérimentateur. L'air n'exerce alors sur lui aucune force de frottement et la cordelette qui le retient subit sa force ascensionnelle libre. La force ascensionnelle libre est la différence entre la poussée d'Archimède et le poids de la chaîne de vol (ballon, parachute, nacelle et accessoires). Quand la poussée d'Archimède est égale au poids de la chaîne de vol, la force ascensionnelle libre est nulle et le ballon est en équilibre : il ne monte pas, ni ne descend. Pour monter le ballon doit disposer d'une Force Ascensionnelle Libre. (FAL)

Au moment du lâcher, le ballon accélère sous l'action de la force ascensionnelle libre. Mais en même temps son déplacement vertical produit une force de frottement sur l'air qui s'oppose à la force ascensionnelle libre. Très rapidement (une seconde environ) les deux forces s'équilibrent, l'accélération du ballon cesse et sa vitesse devient constante. Il atteint alors sa vitesse ascensionnelle limite.

Pour un ballon de jeunes « standard » (enveloppe de 1200 g et nacelle de 2,5 kg), la vitesse ascensionnelle se situe entre 4 et 5 m/s au décollage. Au cours de la montée la masse volumique de l'air diminue ce qui devrait avoir pour effet d'augmenter sa vitesse mais simultanément son volume augmente ce qui devrait avoir pour effet de le ralentir. D'autres effets secondaires contribuent à l'évolution de la vitesse comme la modification de sa forme au cours de la dilatation. Le ballon a une forme de poire au décollage et il tend vers une forme de sphère à l'éclatement. En final les divers effets se compensent presque. La force de frottement dans l'air est quasi constante et la vitesse ascensionnelle évolue peu. Un ballon ayant décollé à 4,5 m/s aura une vitesse ascensionnelle d'environ 7,5 m /s à culmination vers 28 km d'altitude.

Au cours de l'ascension le volume du ballon augmente jusqu'à l'éclatement. Le volume à l'éclatement est indiqué par le fabricant. L'altitude a laquelle un ballon atteint le volume d'éclatement dépend bien sur des conditions de gonflage au sol. Un ballon sous gonflé atteindra le volume d'éclatement plus tard à une altitude plus élevée et inversement pour un ballon surgonflé. On constate en pratique une dispersion dans le volume à l'éclatement et de ce fait l'altitude d'éclatement ne peut être déterminée avec précision. On retiendra que pour les ballons de jeunes l'altitude d'éclatement est au alentours de 28 km.

Juste après l'éclatement, la nacelle se retrouve en chute libre mais la vitesse acquise permet à l'air de s'engouffrer dans le parachute et de l'ouvrir. Vers 28 km la densité de l'air étant faible, la vitesse de descente est élevée environ 40 m/s puis elle ralentit au fur et à mesure que le parachute rencontre les couches plus denses de l'atmosphère près du sol. La vitesse à l'atterrissage est de 5 m/s environ.

3.2 POUR CEUX QUI SOUHAITENT EN SAVOIR PLUS.

3.2.1 Feuille Atmosphère

Colonne A,B et C : L'atmosphère est découpée en 24 couches suivant le modèle atmosphérique proposé par la NOAA.

Colonne B : Le rapport des pressions de chaque couche est calculé en divisant la pression de la couche par 1013 mb, pression standard à l'altitude 0 m.

Colonne A :
L'altitude est obtenue à partir du rapport des pressions en utilisant les formules suivantes (Voir note technique sur l'Atmosphère de Planète Sciences)

De 0 à 11 km,

$$\frac{P}{Po} = (1 - 3.32.10^{-5}.h)^{\frac{7}{2}}$$

Au-dessus de 11 km,

$$\frac{P}{Po} = 0.204.e^{-1.56.10^{-4}.(h-11000)}$$

Colonne M :

La masse volumique de l'air en fonction de l'altitude est obtenue en appliquant un modèle.

Dans ce modèle la masse volumique est approximée par une suite de fonctions exponentielles :

Ro= A exp(B h)

Avec h en km et

Paramètres	A (kg/m^3)	B (1/km)
De 0 à 17 km	1,293	-0.1202
De 17 km à 22 km	3,8923	-0,185
De 22 km à 25 km	1,3553	-0,13707
De 25 km à 30 km	2,11643	-0,15489
De 30 km à 35 km	3,51386	-0.1718

3.2.2 Feuille Chaîne de vol

La quantité d'hélium conseillée est calculée suivant la méthode décrite dans le document « Le jour du lâcher » : chaque mole d'hélium (22,4 l) est capable de fournir une force ascensionnelle de 25 g à l'altitude 0 m.

La quantité d' hélium réellement introduite peut être différente de la quantité d'hélium conseillée si l'aérotechnicien le décide pour de bonnes raisons. La suite du calcul est menée en utilisant cette valeur qu'il faut donc renseigner. A défaut on réécrit la valeur conseillée.

La force ascensionnelle libre (FAL) réelle est recalculée au décollage en tenant compte de la quantité réelle d'hélium que l'utilisateur à l'intention d'utiliser. Si une nacelle est larguée au cours du vol, la FAL est recalculée en conséquence après le largage.

La vitesse ascensionnelle est calculée suivant la formule :

$$V = \sqrt{\frac{2FAL}{\rho SCx}}$$

avec ρ = masse volumique calculée à l'altitude correspondante par la formule précédemment décrite.

S = maître couple du ballon, calculé comme une sphère parfaite. Le maître couple est la surface du cercle qui passe par l'équateur de la sphère.

Cx = 0.35. Le ballon est mou et allongé sous l'action du poids de la nacelle. Son maître couple est plus petit que celui d'une sphère. La valeur du Cx permet de tenir compte de cet effet. La valeur 0.35 permet d'obtenir des vitesses de montée proches de celles expérimentalement constatées.

Volume à l'éclatement : voir les notices des fabricants
http://kaymont.com/pages/sounding-balloons.cfm

ou

http://www.weatherballoon.co.jp/pages/english/1cosmo.html
sous menu Standart List n

3.2.3 Feuilles « x° Prévision »

Calcul de l'altitude d'éclatement
L'altitude d'éclatement est calculée en réutilisant la formule :

$$\frac{P}{Po} = 0.204.e^{-1.56.10^{-4}.(h-11000)}$$

avec $\frac{P}{Po} = \frac{Volume.du.ballon.au.décollage}{Volume.du.ballon.à.l'éclatement}$

Colonne B : Volume du ballon en fonction de l'altitude
Calculé à partir du volume au décollage et du rapport des pressions en altitude calculé sur la feuille atmosphère.

Colonne D : Vitesse ascensionnelle
Calculé à partir de la formule

$$V = \sqrt{\frac{2FAL}{\rho SCx}}$$

avec FAL = force ascensionnelle calculée sur la feuille « Atmosphère ». Dans le cas du largage d'une nacelle, la FAL est modifiée en conséquence à l'altitude de largage.

S maître couple du ballon déduit du volume du ballon qui croit avec l'altitude.

$$S = \pi.(\frac{3}{4.\pi}.V)^{2/3}$$

Cx = 0.35

Temps passé dans chaque couche : Colonne D
Calculée en divisant l'épaisseur d'une couche par la vitesse du ballon dans la couche,

Vitesse de descente : Colonne E
Calculée à partir de la formule

$$V = \sqrt{\frac{2(masse.de.la.nacelle. + masse.du.parachute + masse.du.réflecteur)}{\rho SCx}}$$

avec ρ = masse volumique dans la couche calculée dans la feuille « Atmosphère ».

S surface du parachute. Le rayon des parachutes CNES est de 65 cm.
Cx du parachute évalué à 1.4.

Temps passé dans la couche à la descente : Colonne G

Calculé en divisant l'épaisseur d'une couche par la vitesse du parachute dans la couche,

Temps de montée et de descente : Cellules C10 et D10
Calculé en sommant les temps passés dans chaque couche.

Distance parcourue en direction du nord : Colonne J
Calculée à partir de la formule :

$$D = Vitesse.du.vent.dans.la.couche.SIN(Direction.du.vent. + PI).temps.de.vol.dans.la.couche$$

PI (3,14) indique simplement que le ballon se déplace à l'opposé d'où vient le vent.

Distance parcourue en direction de l'est : Colonne K
Calculée à partir de la formule :

$$D = Vitesse.du.vent.dans.la.couche.COS(Direction.du.vent. + PI).temps.de.vol.dans.la.couche$$

Les dernières colonnes font la sommation couche après couche des déplacements du ballon dans chaque direction.

3.2.4 Feuille graphique

La feuille Graphique trace les déplacements vers le Nord en fonction des déplacements vers l'Est.
Par convention un déplacement négatif vers le Nord est un déplacement vers le Sud.
Par convention un déplacement négatif vers l'Est est un déplacement vers l'Ouest.

- La latitude du point d'atterrissage est calculée en additionnant à la latitude du lieu de lâcher la distance parcourue vers le Nord convertie en ° suivant la règle 1° = 111,11 km . La Terre a en

effet une circonférence de 40000 km. 40000 km/360° = 111,11 km. Tous les méridiens de la Terre ont la même longueur.

- La longitude du point d'atterrissage est calculée en additionnant à la longitude du lieu de lâcher, la distance parcourue vers le Est convertie en °. Comme les parallèles ont une longueur qui dépend de la latitude du lieu, la circonférence du parallèle (CP) correspondant à la latitude du lieu de lâcher est d'abord calculée. Ensuite la règle 1° vers l'Est = CP/360° est appliquée.

3.2.5 Feuille carte

Sur les feuilles « x° prévision », les colonnes P,Q,R,S convertissent les distances parcourues en llongitudes et latitudes à l'altitude de chaque couche suivant les formules ci-dessus. Ce sont ces valeurs qui sont tracées sur la feuille carte.

La feuille Carte trace les déplacements vers le Nord en fonction des déplacements vers l'Est comme la feuille Graphique mais une carte est superposée au tracé et l'origine du tracé a été calée.

3.2.6 Divers

Les modèles NOAA indiquent la direction et la vitesse des vents à partir de la pression 1000 mb soit 900 m environ. On fait l'hypothèse simplificatrice que de 0 à 900 m, les vents sont identiques à ceux prévus à 900 m.

Les modèles NOAA indiquent la direction et la vitesse des vents jusqu'à la pression 20 mb soit 28000 m environ. Pour les ballons qui éclatent au dessus de cette altitude on fait l'hypothèse simplificatrice qu'au delà de 28000 m, les vents sont identiques à ceux prévus à 28000 m.

Pour éviter des modifications du tableur suite à des manipulations erronées, les feuilles de calcul sont en partie verrouillées par mot de passe. Les auteurs se feront un plaisir de fournir ce mot de passe aux personnes qui souhaiteraient améliorer ce tableur.

4. CONCLUSION

N'oublions pas qu'une prévision fournit la trajectoire probable du ballon mais une prévision n'est pas une certitude !.
Si vous vous rendez par avance sur le lieu d'atterrissage annoncé, vous avec très peu de chance de voir votre nacelle atterrir devant vous.
Par contre il y a de fortes chances que l'événement ait lieu dans les parages !

5. AUTRES PUBLICATIONS CONSACREES A L'ACTIVITE BALLON

- Les ballons expérimentaux : mise en œuvre & cahier des charges,
- Présentation de l'opération "Un ballon pour l'école"
- Que peut on faire avec un ballon ?
- La gestion d'un projet ballon,
- Le système de télémesure KIWI Millenium à l'usage des écoles,
- Le système de télémesure KIWI Millenium à l'usage des clubs,
- Le jour du lâcher,

- Comment exploiter les données Excel® du logiciel Kicapt,
- L'histoire des ballons,
- Caractéristiques standards de l'atmosphère et mécanique du vol,
- Caractéristiques moyennes de l'atmosphère (table GOST 4401.64),
- De quel côté faut-il placer la couverture ?
- Guide d'aide aux suiveurs UBPE,
- Guide du coordinateur régional,
- Document valise,
- Démodulateur Kiwi Notice de fabrication, réglages, tests et utilisation,
- Plan Qualité UBPE,

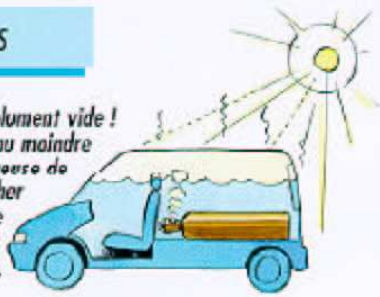
La plupart des publications de Planète Sciences sont disponibles sur son site web :
www.planete-sciences.org

Utilisez les gaz en toute sécurité

Le transport des bouteilles

Attention aux fuites

• Une bouteille vide n'est jamais absolument vide ! Si le robinet n'est pas fermé, au moindre réchauffement la matière poreuse de la bouteille acétylène peut relâcher du gaz. Quelques litres d'acétylène suffisent pour provoquer l'explosion d'un coffre de véhicule.



• Les fuites proviennent le plus souvent des détendeurs, tuyaux ou chalumeaux.

Attention aux chocs

• Même couchée dans un coffre, une bouteille peut devenir un dangereux projectile en cas de choc avant ou de tonneau.

Ce qu'il faut faire

• Fermez les robinets, même si les bouteilles sont vides.

Aérez votre véhicule.

• Démontez les équipements pour le transport.

• Arrimez les bouteilles solidement.

• Ne laissez pas vos bouteilles séjourner dans votre véhicule sans nécessité.

AIR LIQUIDE